

热处理工必读

天津市第一机械工业局主编

—— 工 人 ——
技 术 等 级 标 准
—— 自 学 丛 书 ——



机械工业出版社

工人技术等级标准自学丛书

热 处 理 工 必 读

天津市第一机械工业局 主编



机 械 工 业 出 版 社

本书是参照第一机械工业部颁发的《工人技术等级标准》编写的，内容比较全面地阐述了二至六级热处理工所必须掌握的基础知识和操作技能。

本书由王用宾、候文进、张玉芝编写，李永清主审。参加审阅的还有饶孝权、刘春梅、张威琦和刘洪文等。

热处理工必读

天津市第一机械工业局 主编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $15 \frac{3}{8}$ · 字数 341 千字

1982 年 3 月北京第一版 · 1982 年 3 月北京第一次印刷

印数 00,001—81,000 · 定价 1.05 元

*

统一书号：15033 · 5301

前 言

提高工人技术理论水平和实际操作技能,是工业企业开展全员培训工作的主要内容之一,也是提高产品质量、增加品种、降低成本、扩大再生产的重要措施。为了适应职工自学和全员培训工作的需要,我们受第一机械工业部委托,参照部颁的《工人技术等级标准》,选定其中的三十五个主要工种,组织编写了这套工人技术学习读物。

这套工人技术学习读物,定名为《工人技术等级标准自学丛书》,分别由机械工业出版社和天津科学技术出版社出版。每个工种单独成册,每册按《工人技术等级标准》中的应知应会要求,分成基础知识和操作实例两个部分,由二级工到六级工逐级撰写。在编写过程中,力求做到取材先进实用;内容密切联系生产实际;层次分明、文字简练、通俗易懂;表达形式新颖。但由于《工人技术等级标准》要求范围宽广,这套自学丛书的叙述只能突出重点,难以包括《标准》的全部内容。

《工人技术等级标准自学丛书》可供各系统、各部门具有相当初中以上文化水平的机械工人自学使用。也可以作为工厂进行技工培训和考核的参考用书。

组织编写这套丛书,曾得到原参加制订《工人技术等级标准》的同志和天津市机械工程学会及天津大学等有关院校、工厂、科研单位的协助,特此表示感谢。

这套丛书的专业性较强,涉及的知识面广。由于我们缺乏经验,编写时间又仓促,错误和不当之处在所难免,欢迎广大读者批评指出。

天津市第一机械工业局
一九八一年元月

目 录

二级工

基础知识	1
操作实例	146

三级工

基础知识	155
操作实例	258

四级工

基础知识	266
操作实例	316

五级工

基础知识	321
操作实例	418

六级工

基础知识	424
操作实例	478

二 级 工

基 础 知 识

1 自用热处理设备的型号、规格、一般构造、主要性能、操作规程和维护保养方法

自用热处理设备是指操作者本人所使用的设备。由于各厂产品、工艺不尽相同，使用设备也不完全一样，为适应各工厂情况，我们将一般工厂常用热处理设备介绍如下。不同工厂二级工可根据本厂具体情况选择学习。

热处理常用设备包括三大类：热处理加热炉；冷却设备；辅助设备。

一、热处理加热炉

热处理加热炉主要有两大类：燃料炉和电炉。燃料炉是以固体燃料（如煤），液体燃料（如重油等），气体燃料（如煤气，天然气）为热源的热处理炉。电炉是以电能为热源的热处理炉。电炉按加热方式不同，又可分为电阻炉、盐浴炉、感应加热装置及特殊热处理炉等多种形式。现分述如下：

1. 常用燃料炉 燃料炉主要用于钢铁件的预先热处理如铸件、锻件、粗加工毛坯的正火、退火、加热，也用于特大型件和特长型件的淬火、回火加热及固体渗碳等方面。

我国燃料炉尚无统一的型号和规格，一般根据使用厂家要求进行非标准设计和制造。但也有一定的常用形式。其主要有：室式燃料炉；台车式燃料炉；井式燃料炉等。

（1）室式燃料炉：可分为侧燃式和底燃式，用煤、重

油、煤气、天然气作热源。

图 1-1 是侧燃式固体燃料炉的一般构造。

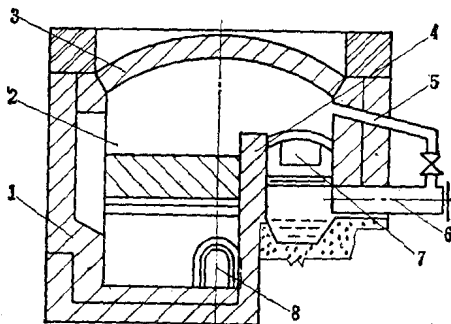


图1-1 侧燃式固体燃料炉

1—炉墙 2—加热室 3—炉顶 4—挡火
墙 5—二次空气 6—一次空气 7—燃
烧室 8—烟道

炉体是用耐火砖砌筑而成的。较大的炉子在砌体外装有用角钢、槽钢焊成的框架加固炉子。炉膛是由燃烧室和加热室组成的。煤在燃烧室内由鼓入的空气帮助燃烧，其火焰通过两室间挡火墙反射入加热室加热工件，燃烧废气由烟道排入烟囱。这种炉子结构简单，砌造容易。但因单面受热，加热速度小且不均匀，热损耗大，炉子的热效率低。只作铸、锻件退火、正火加热用。

图 1-2 是室式燃油炉的结构示意图。(亦称底燃式)

炉子的砌体与图 1-1 相同。炉内也有燃烧室供热喷嘴喷出的燃料在其中燃烧，燃烧火焰通过挡火墙进入加热室加热工件，燃烧废气通过出气口进入烟道，排出室外。

室式燃料炉也可以用气体燃料，其结构可与油炉相同，仅将燃油喷嘴改为燃气烧嘴即可。

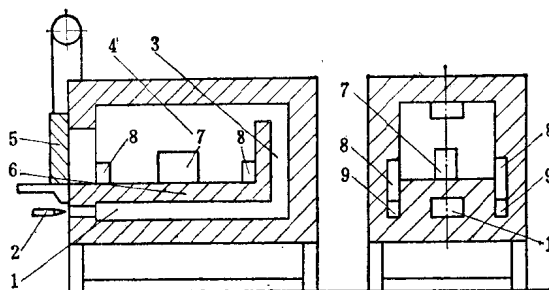


图1-2 室式燃油炉结构图

1—燃烧室 2—喷嘴 3—垂直烟道 4—加热室 5—炉门
6—炉底 7—工件 8—废气出口 9—水平烟道

油炉的发热体是喷嘴。热处理炉多用低压喷嘴，所需空气压力一般不超过一千毫米水柱（即 0.1 公斤力/厘米^2 ），因此可用鼓风机供给空气。空气带着雾化的重油在燃烧室内燃烧，产生热量而加热工件。

（2）台车式燃料炉：它是由固定式加热室和活动式台车炉底组成的。台车炉底可沿地面轨道进出炉子，便于工件的装卸。台车炉多以气体燃料和液体燃料为热源。由分布在炉墙两侧交叉位置的燃油喷嘴或燃气烧嘴供热加热工件。图1-3是煤气加热台车式炉，炉膛底面积尺寸是 $1.5 \text{ 米} \times 3.5 \text{ 米}$ 。台车式炉用于大型工件的退火、正火加热。

（3）井式燃料炉：井式燃料炉有带马弗罐和无马弗罐两种。炉体和炉膛多为圆形，炉膛深，炉子外壳用钢板、角钢等焊成。为防止火焰直烧炉罐或工件烧嘴常沿内壁切线方向配置，以形成旋转气流。烧嘴沿炉子高度方向分层交叉布置，以保证炉温均匀性。井式燃料炉多以气体燃料为热源，主要用于大型长杆工件的正火、退火、淬火、回火加热。图1-4是 $\phi 1.6 \times 11.8 \text{ 米}$ 马弗罐井式煤气炉构造图。

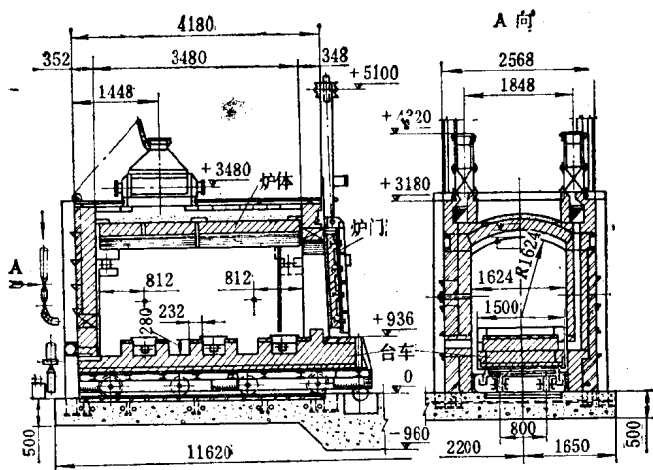


图1-3 1.5米×3.5米台车式煤气热处理炉

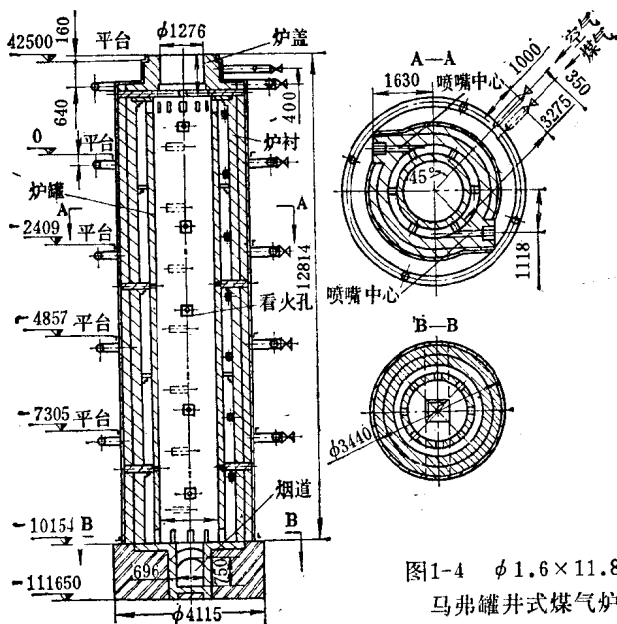


图1-4 $\phi 1.6 \times 11.8$ 米
马弗罐井式煤气炉

目前，由于我国尚无定型系列产品。为满足热处理加热需要，有关设计院已设计一些非标系列产品，可供用户选用。

2. 常用电炉 电炉是热处理加热炉中最重要也是使用最广的一种炉子。电炉种类多，规格也多。在二级热处理工中我们主要介绍电阻炉和盐浴炉，如果有的工厂二级热处理工自用设备是感应加热装置或其他热处理设备，也是使用者应掌握的。因篇幅所限，我们将分别在三级到五级工中叙述，请操作这些设备的二级工选择学习，现将电炉分述如下。

电阻炉：

(1) 电阻炉的特点：电阻炉能很方便地达到热处理所要求的温度范围，可以将发热元件配置在炉壁四周的适当位置，并可根据被加热件的特点确定炉膛的形状。因此，炉内温差小；容易实现炉温的多区控制，获得不同的温度区域；并能方便地实现成批生产的机械化与自动化；也可严格地控制工艺参数；热效率高，可达40~80%；炉子安装、启动、操作、控制、停炉方便，无粉尘、烟雾、对环境无污染。

(2) 电阻炉的类型：

按操作性质分：

① 周期作业炉 一批工件完成加热出炉后，再装入另一批工件加热的炉子。

② 连续作业炉 工件连续或成批不断地进入加热炉内进行加热的炉子。

按炉子结构特点分：

① 箱式炉 炉体如箱，呈长方体形，装出炉通过炉前的炉门。

② 井式炉 炉体如井，有方形和圆形，深度大，进出工件的炉口在炉顶部。

③ 抽底炉 又称台车炉，与台车式燃料炉结构相仿。

④ 钟罩炉 炉底为圆形平台，炉墙如钟罩，装出炉时，吊起钟罩。

以上各炉为周期作业炉。

⑤ 鼓形炉 炉体呈圆鼓形、内有马弗罐可转动，工件在转动时沿马弗内螺旋板运动，炉前进料，炉后出料。

⑥ 推杆炉 炉体如隧道，炉膛内有料盘轨道，工件装在料盘上，料盘用推料杆推入炉内，每隔一定时间推一盘。炉后有拉料杆拉出料盘。

⑦ 震底炉 炉体呈长方，炉膛内有一可往复运动的底板，由气缸或电磁系统或机械驱动，工件随底板往复震动连续从炉前进料，炉后出料。

⑧ 传送带炉 炉体呈长方体，炉膛内有机械驱动传送带，工件在传送带上连续入炉，炉后出料。

以上各炉为连续作业炉。

按炉内加热介质分：

① 空气炉 炉内以空气为介质。

② 保护或可控气氛炉 炉内介质是工艺需要而特别充入的合适气氛。

③ 真空炉 炉内空气被抽出，炉内气体压强为 $10^{-2} \sim 10^{-7}$ 托。

按工作温度分：

① 低温炉 使用温度在 650°C 以下。

② 中温炉 使用温度在 $650^{\circ} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 范围内。

③ 高温炉 使用温度高于 1000°C 。

(3) 我国常用电炉的规格及电阻炉的主要技术性能：
目前，我国热处理电炉已有系列产品，其型号根据一机部标

准，其系列代号与名称如表 1-1 所列。

表1-1 电阻炉系列代号与名称

系列代号	系 列 名 称	系列代号	系 列 名 称
RJX	箱式加热电阻炉	RJM	钼丝加热电阻炉
RJJ	井式加热电阻炉	RJY	油浴加热电阻炉
RJZ	钟罩式加热电阻炉	RYD	电极式盐浴电阻炉
RJT	推杆式加热电阻炉	RYG	坩埚式盐浴电阻炉
RJC	传送带式加热电阻炉	RTG	碳管电阻炉
RJG	鼓筒式加热电阻炉		

注：对于气体渗碳炉和控制气氛电阻炉，则在炉型代号的最后（第二组数字之后）加一汉语拼音字母 T 或 Q。例如：RJJ-75-9T 表示井式气体渗碳电阻炉，功率为 75 千瓦，最高工作温度为 950℃；RJX-45-9Q 表示箱式氧化加热电阻炉，功率为 45 千瓦，最高工作温度为 950℃

现行电炉型号代表的意义如下

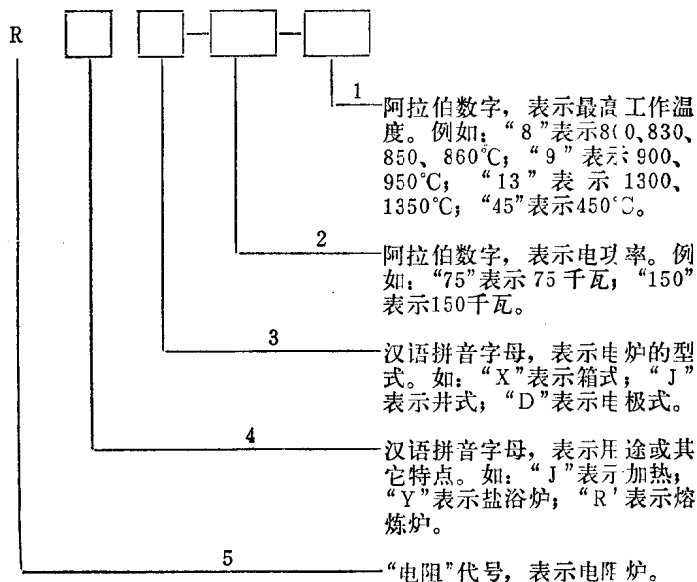


表1-2 常用电阻炉的名称、型号和主要技术性能

名称	型号	功率 (千瓦)	电压 (伏)	相数	最高工作温度 (°C)	炉膛尺寸(毫米) 长×宽×高 或直径×深	空载运行功率 (千瓦)	20°C开始 空载升温 时间(小时)	最大技术 生产率 (公斤/小时)
中温箱式电阻炉	RJX-15-9	15	220/380	1/3	950	650×300×250	≤5	4	90
	RJX-30-9	30	220/380	3	950	950×450×450	≤9	4.5	200
	RJX-45-9	45	220/380	3	950	1200×600×500	≤11	4.5	350
	RJX-60-9	60	220/380	3	950	1500×750×550	≤14	5	500
	RJX-75-9	75	220/380	3	950	1800×900×600	≤17	6	800
	RJX-150-10	150	220/380	3	1000	2400×1200×800	—	—	—
高温箱式电阻炉	RJX-25-13	25	220/380	1/3	1350	600×280×300	≤12	6	
	RJX-30-13	30	380 (42/163)	3	1300	400×300×250	≤12	8	
	RJX-50-13	50	380	3	1300	700×450×350	≤18	8	
	RJX-75-12	73.5	380	3	1200	1200×750×550	1300° 时		
	RJX-110-12	110	220/380	—	1200	1800×900×600			
	RJX-160-12	160	380	3	1200	2000×1200×625			
	RJX-220-12	220	380	3	1200	2600×1200×625			
高温井式电阻炉	RJJ-48-12	48	220/380	—	1200	φ800×800			
	RJJ-65-13	65	380	3	1300	300×300×1260			
	RJJ-95-13	95	380	3	1300	300×300×2207			
	RJJ-140-12	140	220/380	—	1200	φ1000×2000			

中福井式电阻炉	RJJ-30-9	30	220/380	3	950	$\phi 450 \times 800$	850℃ 时	≤ 10	4	140
	RJJ-35-9	35	380	3, 1	950	$300 \times 300 \times 1200$		—	4	125
	RJJ-38-10	38	220/380	—	1000	$\phi 800 \times 800$		—	—	—
	RJJ-55-9	55	380	3, 1	950	$300 \times 300 \times 2000$		—	5	230
	RJJ-60-10	60	220/380	—	1000	$\phi 600 \times 1800$		—	—	—
	RJJ-70-9	70	220/380	3	950	$\phi 600 \times 2500$		≤ 15	8	330
	RJJ-140-10	140	220/380	—	1000	$\phi 1000 \times 2000$				
低温井式电阻炉	RJJ-150-10	150	220/380	—	1000	$\phi 1500 \times 1500$				
	RJJ-250-10	250	220/380	—	1000	$\phi 1500 \times 3000$				
	RJJ-24-6	24	220/380	1/3	650	$\phi 400 \times 500$	650℃ 时	≤ 7	2	100
	RJJ-36-6	36	220/380	3	650	$\phi 500 \times 650$		≤ 10	3	280
井式气体渗碳电阻炉	RJJ-75-6	75	220/380	3	650	$\phi 950 \times 1220$		≤ 16	4.5	500
	RJJ-25-9 T	25	220/380	3	950	$\phi 300 \times 450$		≤ 8	5	50
	RJJ-35-9 T	35	220/380	3	950	$\phi 300 \times 600$		≤ 11	5	100
	RJJ-60-9 T	60	220/380	3	950	$\phi 450 \times 600$	950℃ 时	≤ 15	6	150
	RJJ-75-9 T	75	220/380	3	950	$\phi 450 \times 900$		≤ 20	6	220
	RJJ-90-9 T	90	220/380	3	950	$\phi 600 \times 900$		≤ 23	7	400
井式无炉罐气体渗碳电阻炉	RJJ-105-9 T	105	220/380	3	950	$\phi 600 \times 1200$		≤ 25	7	500
	RJJ-45-10 T	45	380	1	1050	$\phi 450 \times 600$				

一次最大装炉量

(续)

名 称	型 号	功 率 (千瓦)	电 压 (伏)	相 数	最高工 作温度 (°C)	炉膛尺寸(毫米) 长×宽×高 或直径×深	空载运行功率 (千瓦)	20°C开始 空载升温 时间(小时)	最大技术 生产率 (公斤/小时)
中罩式电阻 炉	RJZ-165-8	165	220/380	3	850	1500×750×1500			
推杆式电阻 炉	RJT-50-5Q	50	380	3	500	2800×800×460			
	RJT-85-6	85	380	3, 1	650	4550×600×400	650°C	20	350
	RJT-140-9	140	380	3, 1	950	4550×600×400	850	30	350
传送带式电 阻炉	RJC-95-7	95	380	3, 1	700	4200×575×415	最高	25.9	270
	RJC-130-8	130	380	3, 1	850	4180×375×200	温度	45	270
鼓筒式电阻 炉	RJG-100-7T	100	380	1	720	φ480×4160			
	RJG-100-8T	100	380	1/3	850	φ500×4500			
油浴电阻炉	RJY-12-1	12	380	3	180	550×600×800			

例如：RJX-30-9表示箱式加热电阻炉，功率为30千瓦，最高工作温度为950℃。

常用电阻炉的名称、型号及主要技术性能列于表 1-2 中。

(4) 电阻炉的主要用途：电阻炉型式较多，可用于碳钢、合金钢工件的退火、正火、淬火、回火、渗碳及其他一些化学热处理。铸钢、铸铁和有色金属及合金的退火、淬火、时效等也可使用。但是，因一般电阻炉内气氛是空气，会使工件表面氧化和脱碳，对于不允许表面氧化脱碳的工件，在这类炉中加热时应装箱保护或涂料保护。

(5) 常用电阻炉的一般构造

① 高温箱式炉 高温箱式炉主要结构是由炉壳、炉衬、硅碳棒加热体、炉门及其起闭机构以及供电变压器几部分组成。图 1-5 是 RJX-30-13 型高温箱式炉的结构图。

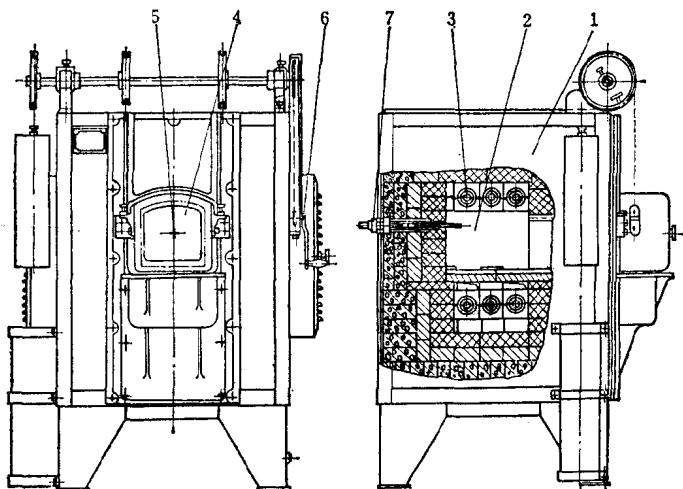


图1-5 高温箱式炉结构图

1—炉壳 2—工作室 3—硅碳棒加热体 4—炉门
5—观察孔 6—手摇链轮 7—热电偶座

高温箱式炉由于采用非金属发热体——硅碳棒，其供电电压通常采用自耦变压器来调节。因此，每台炉子带一台自耦变压器。

② 中温箱式炉 中温箱式炉的构造是由炉壳、炉衬、电阻合金加热体、耐热炉底板及炉门和炉门起动机构等几部分组成的。图 1-6 是中温箱式电炉的结构图。

③ 井式电阻炉 井式电阻炉有高温井式炉、中温井式炉还有低温井式炉等几类。高、中温井式炉结构基本相同。即由外壳、炉衬、炉盖及其支柱起动机构，发热体等部分组成。不过，高温井式电炉发热体采用安装于炉墙两侧的硅碳棒，而中温井式炉的发热体是电热合金，置于炉墙四周的搁砖上。

图 1-7 是中温井式炉的结构图。

中、高温井式炉主要用于长杆型工件（如拉刀，丝杠，长轴等）的热处理加热。

低温井式炉主要用于回火。其结构与高、中温井式炉略有不同，它的炉盖上装有气体循环风扇及其驱动电机，这是为保证在低温时炉温的均匀性。此外，炉膛内有料筒置于三角架上，被加热工件则在料筒内，这也有利于气体循环改善炉温均匀性。

低温井式炉的结构如图 1-8 所示。

图 1-9 是井式气体渗碳炉，它的结构与井式回火炉相近似，不过，炉膛内不是料筒而是装有密封性好的耐热钢马弗罐及装料筐（图 1-8 中的 3），炉盖卧入马弗罐内，在炉盖上还装有有机液体滴注器及供给管，废气排出管和试样进出孔。

气体渗碳炉的风扇轴处要求密封较好，以保证渗碳时的炉压。如进一步改善炉子的密封性，该炉还可用于滴注式可